

FILIERE FONDAMENTALE SVI

Module «Diagnostic Ecologique et Technique d'Analyse»

Pr. EL MOUDEN El Hassan

DESCRIPTIF DU MODULE

Objectif :

Aborder les fondements des outils d'évaluation de la santé des écosystèmes et de leur utilisation effective dans les diagnostics écologique et de manipuler les notions de bon état écologique.

L'impact de l'homme sur l'environnement est un enjeu majeur de notre temps. Cela se manifeste par :

- la dégradation des sols,
- la pollution de l'eau, de l'air et du sol,
- la perte de biodiversité et les changements climatiques.

Les activités humaines ont des conséquences considérables sur :

- la santé,
- l'économie,
- la biodiversité et le climat.

Il est important de comprendre l'impact historique de l'homme sur l'environnement et d'identifier les principaux enjeux environnementaux pour préserver la planète.

Histoire de la dégradation

La compréhension de l'impact de l'homme sur l'environnement repose sur plusieurs concepts clés:

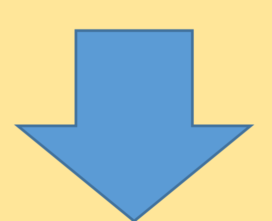
- **Ecologie**
- **Ecosystèmes**
- **Biodiversité**
- **Changements climatiques**
- **Développement durables**

Ecologie

Le terme d'écologie, proposé en 1866 par Haeckel, biologiste allemand, désigne la science qui étudie **les relations des êtres vivants avec leur milieu**.

Étymologiquement, il associe les mots grecs *oikos* et *logos* et signifie science de l'habitat.

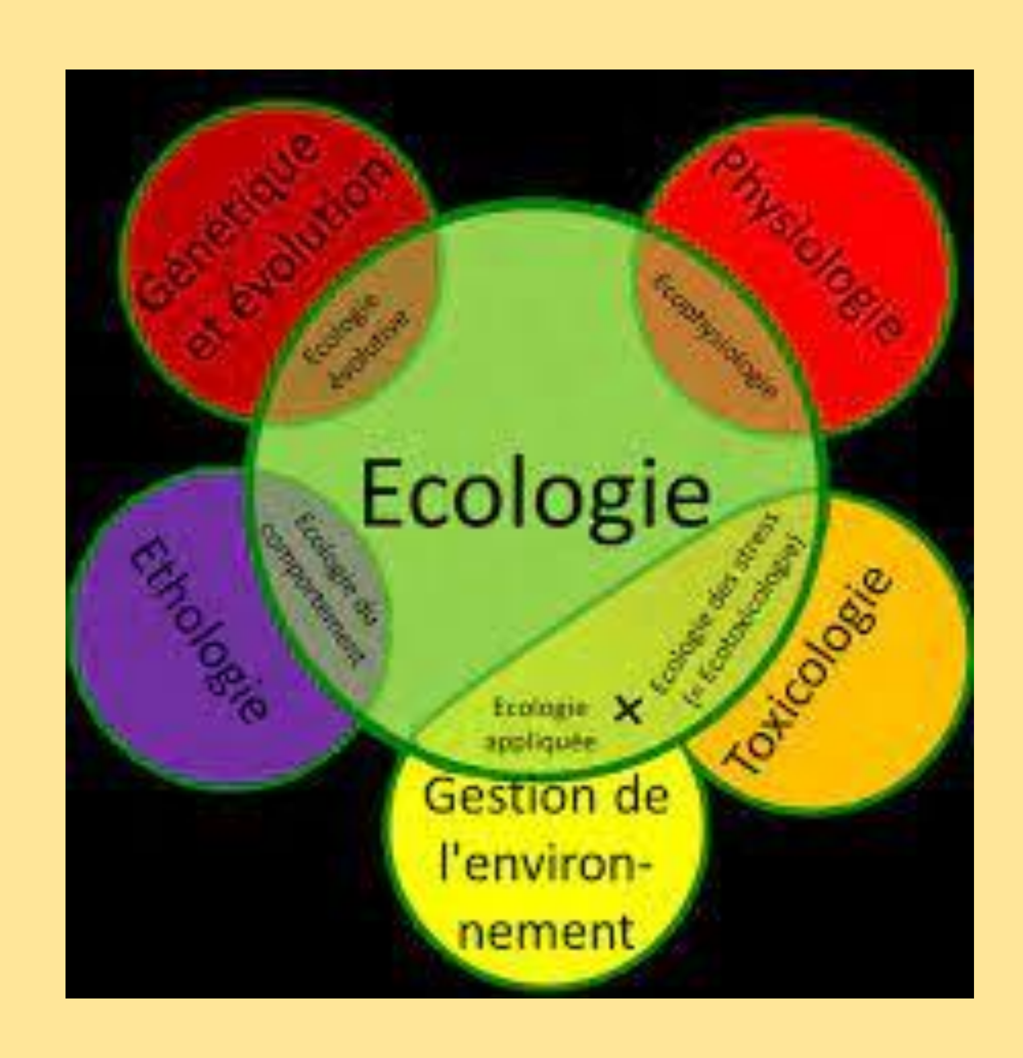
L'écologie vise à établir les lois régissant non seulement les rapports entre les êtres vivants et leur environnement physico-chimique, mais aussi les relations développées entre les organismes.



Pour cette raison, Bourlière (1965) la définit comme :

« **une économie et une sociologie de la nature** »

Carrefour de l’interdisciplinarité menant à une science de l’homme et de la nature

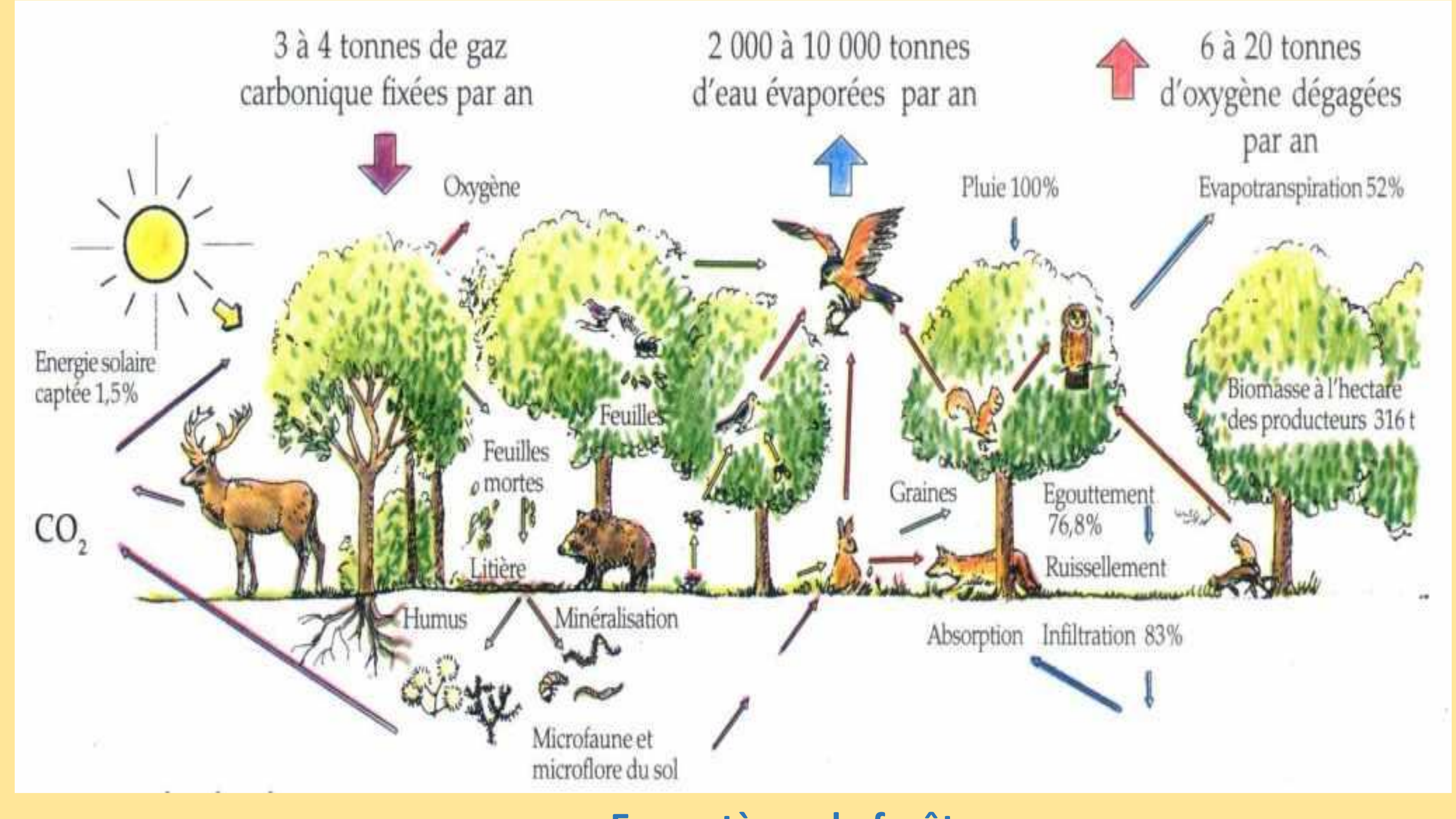


Ecosystème

Un écosystème est une communauté d'organismes vivants et leur environnement physique et chimique.

En écologie,
un écosystème est un ensemble formé par une communauté d'être vivants en interaction (biocénose) avec leur environnement (biotope).

Les composants de l'écosystème développent un dense réseau de dépendances, d'échanges d'énergie, d'information et de matière permettant le maintien et le développement de la vie.



Ecosystème de forêt

Biodiversité

La biodiversité désigne la variété de la vie sur Terre, des gènes aux écosystèmes



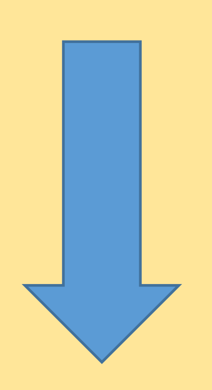
Tous les niveaux de variation biologique

Le terme est apparu dans les années 80 aux Etats-Unis mais c'est en 1992 qu'ila été popularisé, à l'occasion de la Conférence de Rio de Janeiro (Brésil).

L'article 2 de la « Convention sur la diversité biologique » définit la biodiversité comme : « La variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ;cela comprend la diversité au sein des espèces et entre les espèces ainsi que celle des écosystèmes. » L'apparition du mot « biodiversité » coïncide avec la prise de conscience des menaces de disparition d'espèces liées à la modification et à la fragilisation de leurs milieux de vie.

Combien d’espèces sur Terre ?

1,9 million d'espèces végétales et animales sont actuellement connues, c'est-à-dire décrites et nommées.
Selon les estimations, entre 10 et 100 millions restent à découvrir.



diversité des écosystèmes
forêt tempérée
savane
forêt boréale
océan
mangrove

diversité des espèces

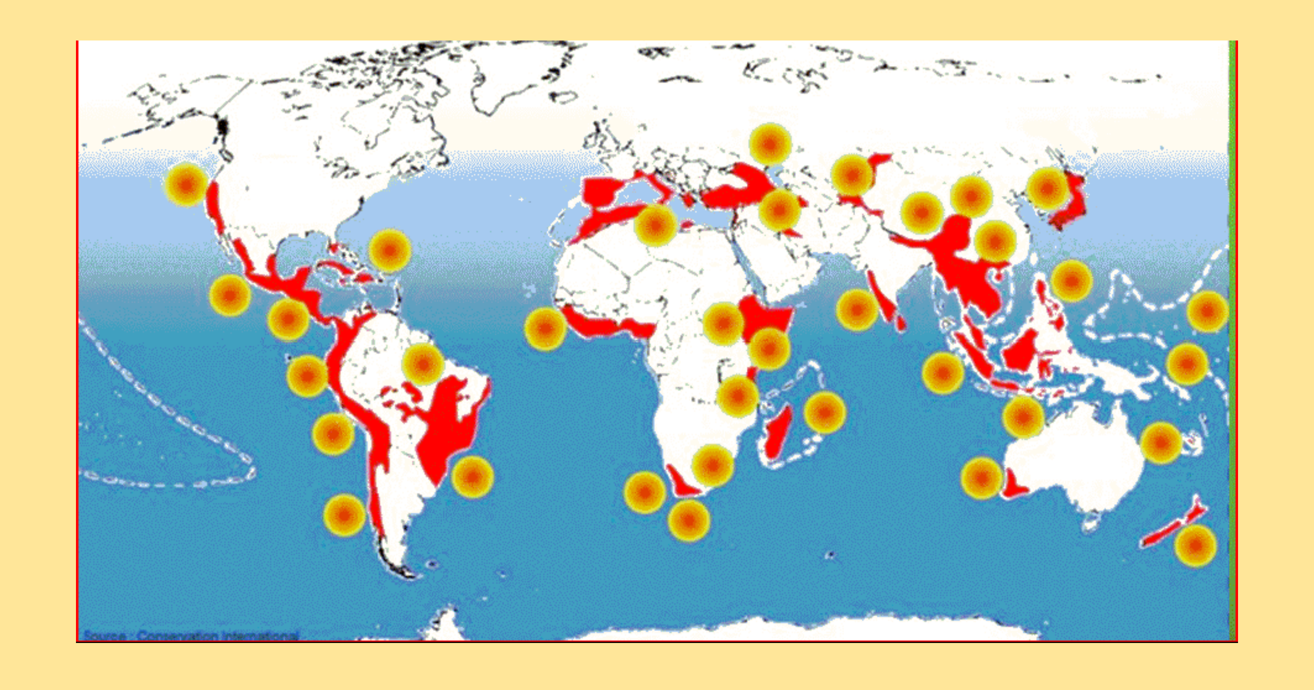
diversité génétique
AGCGAACGG
AGCGAATCGG
TGCGAAACGG
TGTGAAACGG

Connaissance de la biodiversité est très incomplète aussi bien sur :
- le plan quantitatif (nombre d’espèces),
- Le plan qualitatif (description et rôle des espèces dans le fonctionnement de la planète).

Comment les espèces sont-elles réparties ?

La biodiversité est inégalement répartie sur la planète. Par exemple, les forêts tropicales qui ne constituent que 7% de surface émergée, représentent 50% de la biodiversité faunistique et floristique de la Terre.

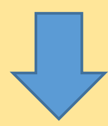
L'Union internationale pour la conservation de la nature identifie 34 régions appelées « points chauds » présentant un intérêt majeur pour la conservation de la biodiversité car elles hébergent de nombreuses espèces (dont certaines sont fortement menacées)et/ou des espèces endémiques (qu'on ne trouve nulle part ailleurs).



Définition : Un point chaud de biodiversité, ou zone critique de biodiversité, est une zone biogéographique, terrestre ou marine, possédant une grande richesse de biodiversité particulièrement menacée par l'activité humaine.
Ces « points chauds » se basent principalement sur deux notions : l’endémisme et le degré de menace qui pèse sur les espèces.

Développement durable

Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs



Le développement durable vient du rapprochement de deux mots, qui mis bout à bout définissent un modèle d'organisation de la société.

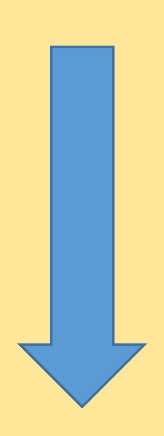
•Par **développement** on entend l'amélioration des performances (économiques, sociales etc…) d'une société.

•Le terme **durable** caractérise une chose qui tient dans la durée, qui est stable et résistant.

La combinaison des deux mots donne la définition du développement durable :

l'amélioration des performances d'une société pour la rendre stable dans le temps.

Développement durable

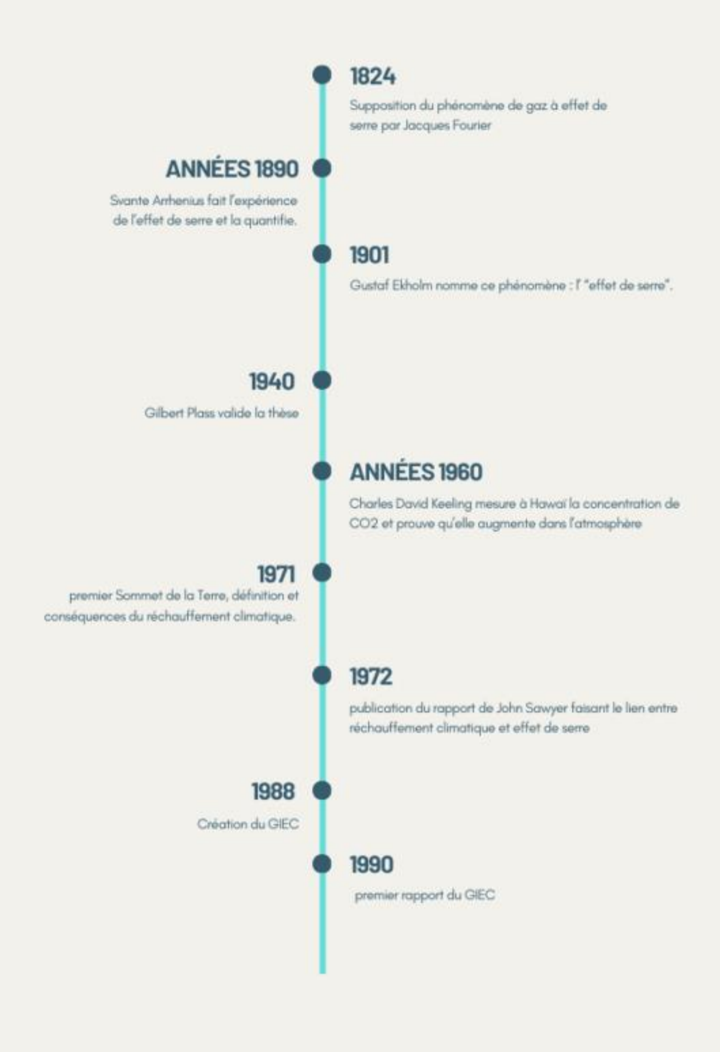


Un développement qui prend en compte trois dimensions :

- **économique,**
- **environnementale**
- **sociale.**

Écologique
Vivable
Viable
Durable
Social
Économique
Équitable

Changements climatiques



Les changements climatiques font référence à la variation du climat sur de longues périodes de temps, causée en partie par les activités humaines.

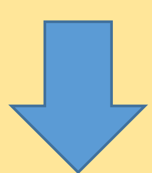
Dans son cinquième rapport publié en 2013, le GIEC reconnaît que **« l'influence humaine sur le climat a été la cause dominante du réchauffement observé depuis le milieu du vingtième siècle**».

On considère que :

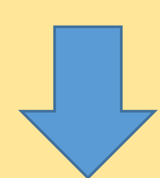
- à partir de la Révolution Industrielle (moitié du XIXème siècle), l'impact des hommes sur les changements climatiques est notable,

- Depuis la moitié du XXème siècle, les activités humaines accélèrent le processus.

L'étude de l'impact de l'homme sur l'environnement est cruciale pour plusieurs raisons. Tout d'abord, cela permet de comprendre comment les activités humaines ont conduit à la dégradation de l'environnement.



aide à identifier les principaux enjeux environnementaux, tels que **la pollution, la perte de biodiversité et les changements climatiques**.



Enfin, cela permet **d'explorer les réponses possibles pour préserver** la planète, **comme les politiques environnementales, les accords internationaux et les technologies vertes.**

HISTOIRE DE LA DEGRADARTION

Dégradation de l'environnement : Histoire de l'Homme

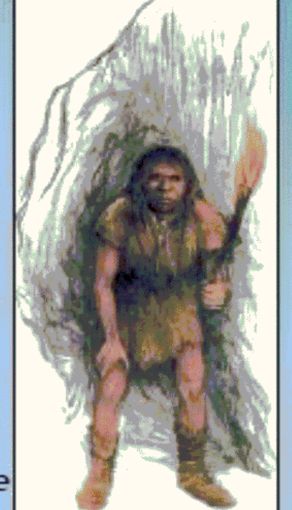
1 - Impact de la technologie

1 – 1 - Altération de l'environnement engendrées par des hommes primitifs



Feu constitua le premier acquis technologique majeur de l'humanité.

Avant la maitrise du feu: les hommes faisaient partie intégrante des écosystèmes et ne représentaient qu'un des multiples éléments les composants.



Après le maitrise du feu : les hommes se mirent à exercer sur les divers écosystèmes une action dégradante hors de proportion avec leurs faibles effectifs.



Certitude : usage du feu

► Profond bouleversement dans les communautés végétales de l'ancien monde

Maîtrise du feu, il y a environ 800 000 ans par l'Homo Erectus,

Afrique : la plus touchée par les incendies



Études ont montré : la destruction de vastes surfaces de forêts primitives et interdirent leur régénération ultérieure.

► objectif: favoriser la constitution de steppes graminéennes pour une faune d'ongulés.

Ces incendies volontaires du couvert végétal ont déterminé l'extension des savanes en Afrique et en Asie. De même, les indiens d'Amérique ont étendu le système prairie en brûlant les forêts.

Dégradation systématique des écosystèmes végétales par le feu a souvent amoindri la capacité biologique des milieux

L'homme a aussi modifié et dégradé la composition spécifique de la grande faune.

Exp : environ 12 000 ans – extermination d'au moins 60% de la grande faune mammalienne au Maghreb.

Dès le Paléolithique, avec la découverte de la pierre taillée, lui permettant de s'adonner à la chasse, la pêche et la cueillette.

Agriculture : premier cause de déséquilibre due à l'action de l'Homme.

Seconde révolution technologique:

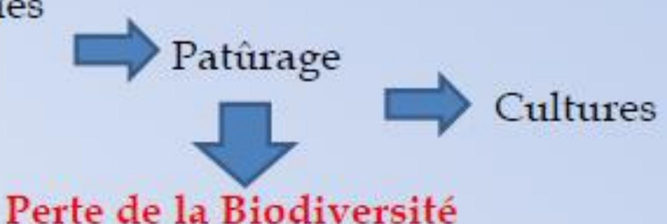
Au début de néolithique : Découverte de l'agriculture et l'accroissement démographique (conditionné toutes les structures sociales).

Extermination de la grande faune (concurrence avec les animaux domestiques).

La série régressive : Sylva ►saltus ► ager évoquée par Kuhnholzt-Lordat se traduisit par des substitutions d'écosystèmes.



Biomes forestiers climaciques



Perte de la Biodiversité

Au Néolithique, la pratique de l'agriculture et de l'élevage continue de modifier de son environnement, avec l'exploitation plus marquée de ses ressources.

Mise en culture des terres + irrigation des sols





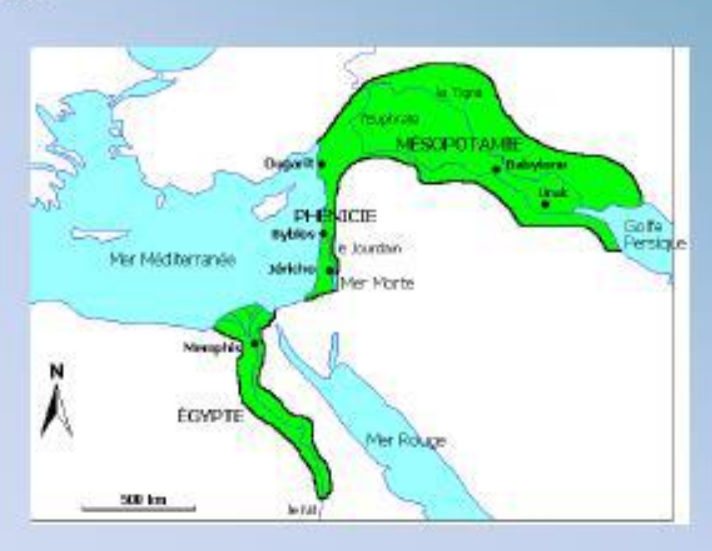
Conséquences catastrophiques sur la productivité des milieux modifiés



Aridification et désertification totale de certains territoires



Irréversibilité altération du milieu naturel était déjà accomplie en bien des régions (**exp: croissant fertile**)





CHANGEMENT MAJEUR

Société technologique actuelle et son impact sur la biosphère

Au milieu du XIX siècle $\Rightarrow$ avènement de la civilisation technologique



Écosystèmes humains se caractérise par trois sources de perturbations majeures

- **La diversité des communautés se réduit de plus en plus :**

Espaces urbanisés entièrement artificiels + uniformisation de l'espace rural + destruction des derniers vestiges de végétation spontanée + anéantissement d'habitats tels les zones humides + biomasse animale éliminée

Erosion accrue de la biodiversité

Déséquilibre



Phénomènes aux effets catastrophiques sur le fonctionnement des écosystèmes

- **Le cycle de la matière est rompu car les déchets produits par l'homme ne sont plus dégradés, minéralisés par les décomposeurs.**

En effet:

L'action des micro-organismes du sol et des eaux est de plus en plus inhibée par les divers polluants souvent fort toxiques qui les contaminent.

Par ailleurs, l'industrie produit une multitude de substances non biodégradables et même indestructibles qui s'accumulent dans l'écosystème.

- L'accumulation des déchets non recyclés ⇒ bouleversement des cycles biogéochimiques.

En effet:

L'homme est venu ajouter des quantités considérables de certains d'entre eux, produits de façon artificielle par l'industrie.

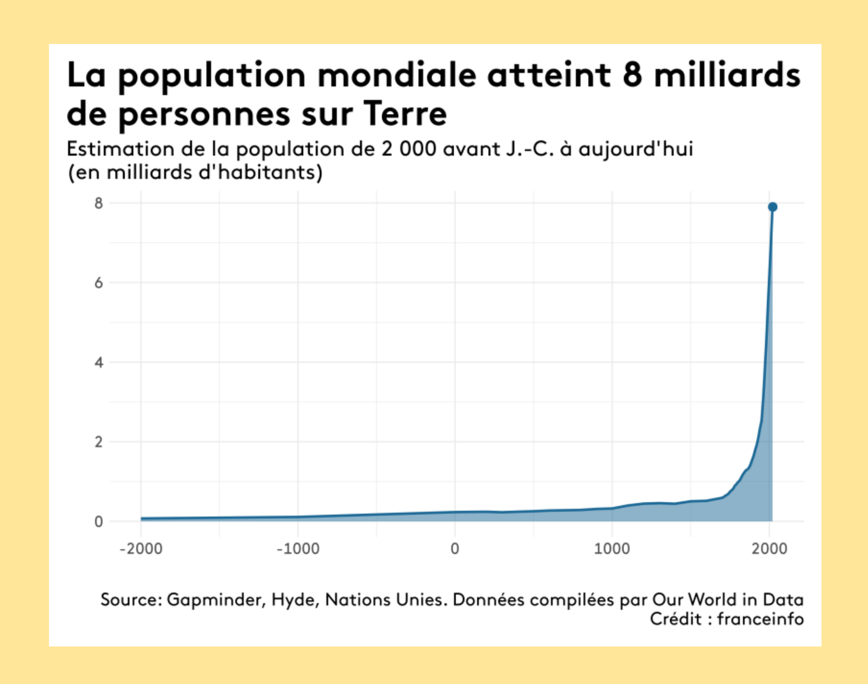
Exp : usage des combustibles fossiles ⇒ profondes modifications dans les cycles du carbone et du soufre.

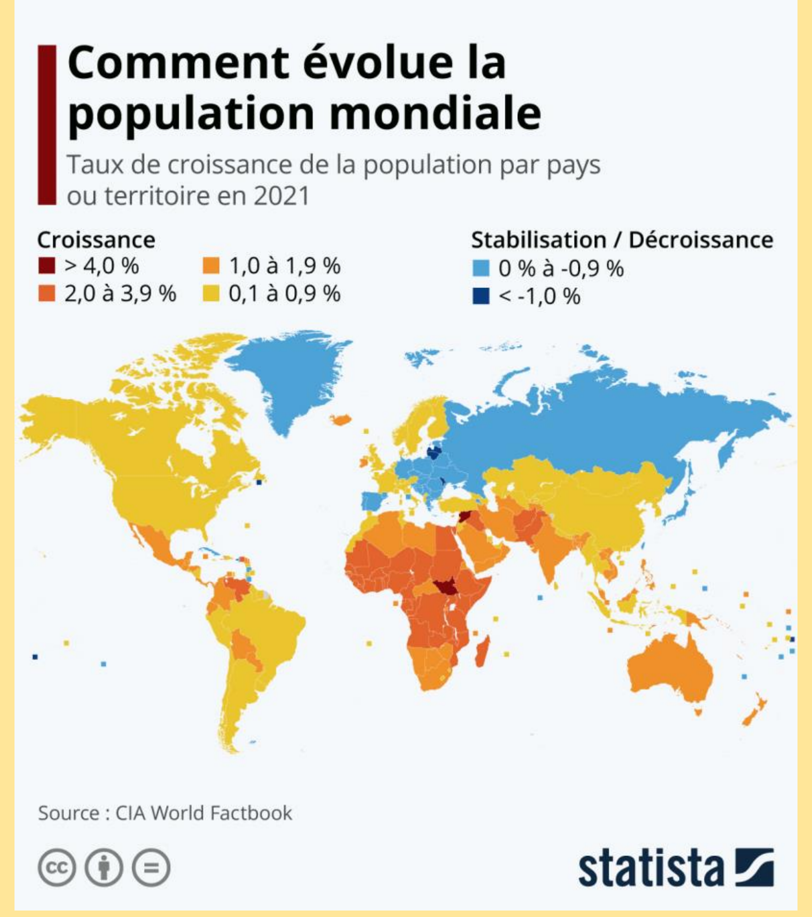
Accumulation ⇒ conséquences redoutables à long terme au plan écologique.

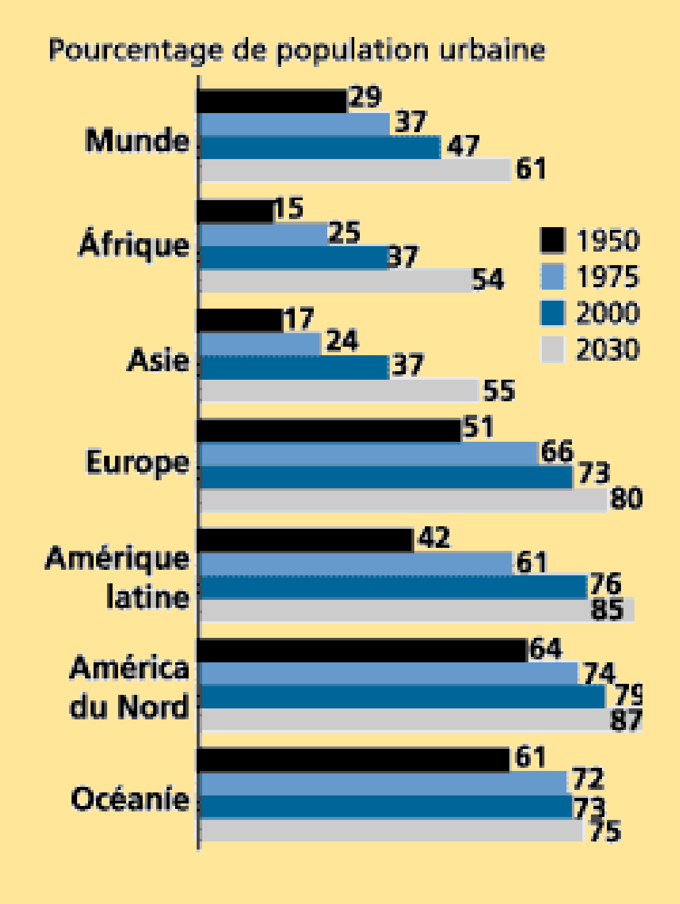


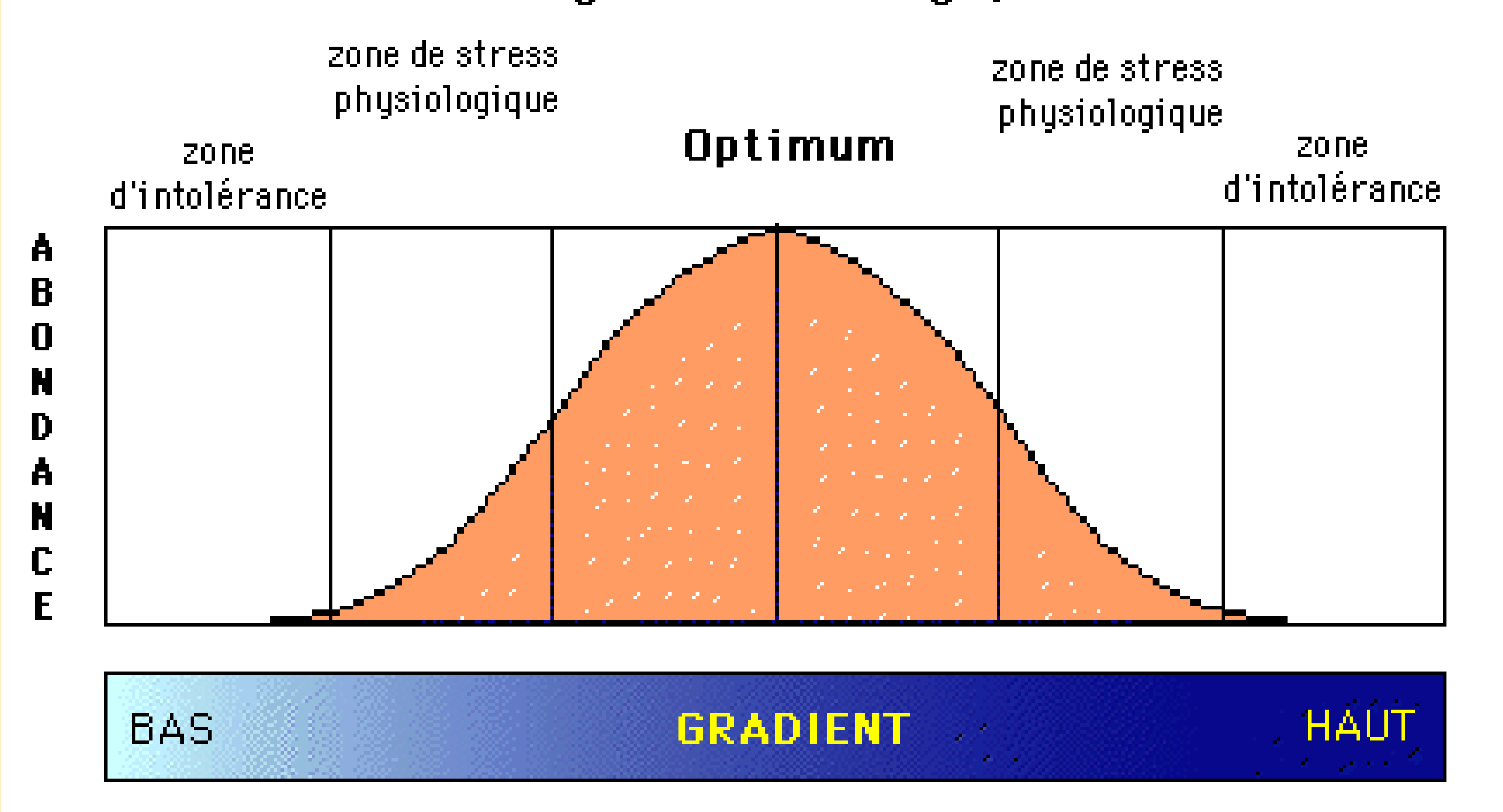
Explosion démographique et Urbanisation

Dépasse par ses dimensions catastrophiques actuelles de son impact global sur l'environnement, l'importance pour les sociétés humaines des nouvelles technologies.



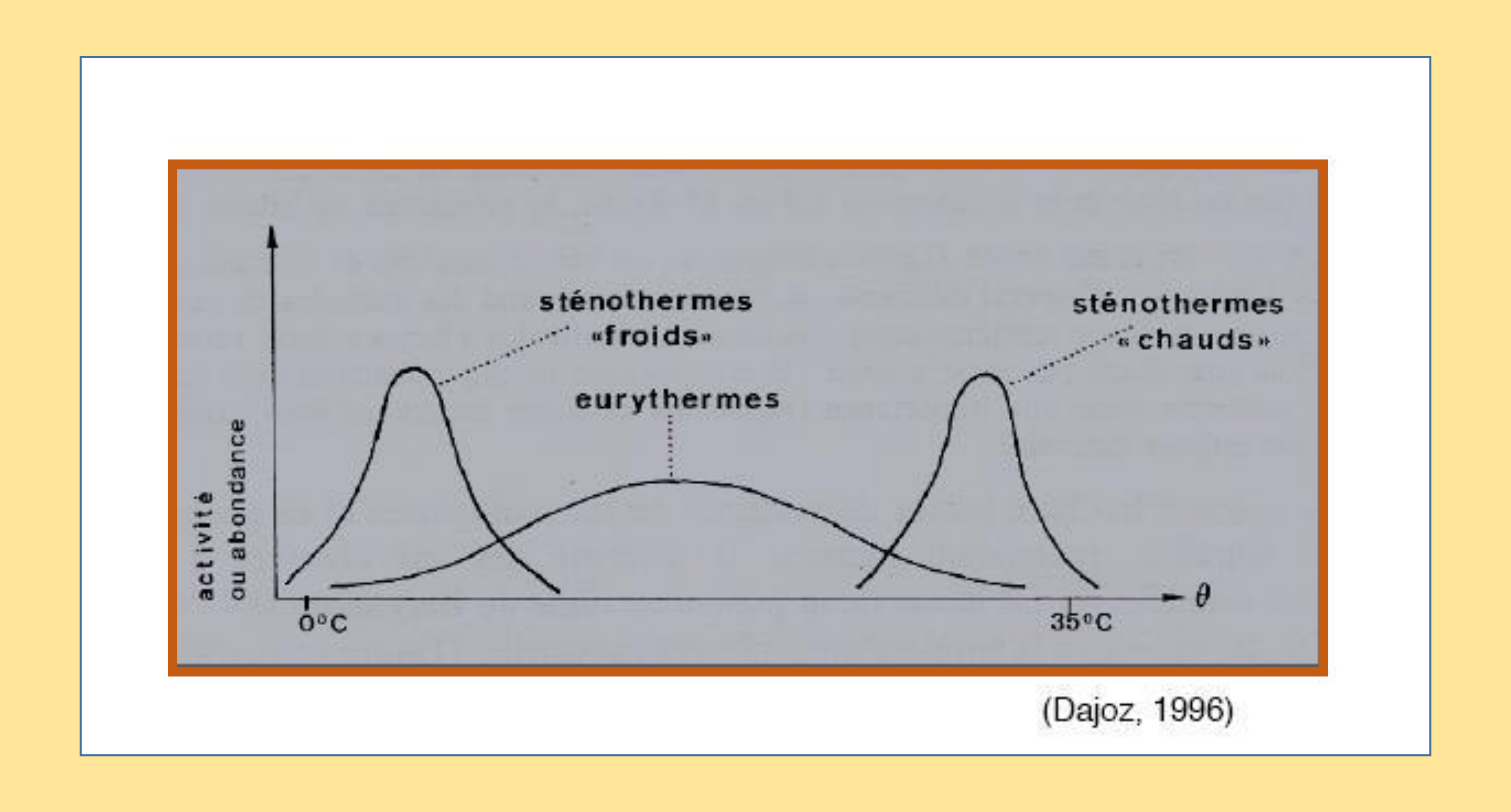





Distribution théorique des individus d'une espèce en fonction d'un gradient écologique
zone de stress physiologique
zone de stress physiologique
zone d'intolérance
Optimum
zone d'intolérance
ABONDANCE
BAS
GRADIENT
HAUT

Preferendum écologique et intervalle de tolérance

Espèce euryoique(euryéce) ou sténoique(stenoéce).



(Dajoz, 1996)

Les facteurs écologiques : Un facteur écologique est un élément du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur développement (larvaire, juvénile, adulte..)

Exemple: T, lumière, [O_2], [élément nutritif]…

Impact sur:

- répartition géographique d'une espèce
- sur la densité (taux natalité , mortalité)
- l'occurrence de l 'apparition de modifications adaptatives

Pour chaque être vivant, limite de tolérance pour chaque facteur écologique



Pour une population , le facteur dont l'intensité est la plus proche des limites de tolérance (mini ou maxi) est appelé **facteur limitant**

Dans un écosystème il doit avoir un certain équilibre entre les relations qui existent entre les différents acteurs et facteurs,

Équilibre du recyclage de tous les éléments maintient sur Terre l'équilibre écologique,

-Équilibre fragile

-Production humaines peuvent perturber le fonctionnement des cycles et engendrer une pollution

passé un certain seuil, il y a perturbation permanente du milieu qui devient hostile à ses habitants naturels ► **pollution**

Les premières interactions de l'homme avec l'environnement

- L'homme préhistorique et sa relation avec la nature : l'agriculture, la chasse et la pêche, la cueillette, l'utilisation des ressources naturelles

- L'agriculture et l'élevage : les débuts de l'agriculture, l'impact sur les sols, la biodiversité, les écosystèmes

- La révolution industrielle : l'explosion démographique, l'urbanisation, l'industrialisation, l'exploitation des ressources naturelles



L'impact de l'homme sur les écosystèmes

- Déforestation et dégradation des sols : les causes, les conséquences, les exemples de déforestation et de dégradation des sols dans le monde

- La pollution de l'eau, de l'air et du sol : les différentes formes de pollution, les sources, les conséquences sur la santé et l'environnement, les mesures de prévention et de contrôle

- La perte de biodiversité : les causes, les conséquences, les exemples de perte de biodiversité dans le monde

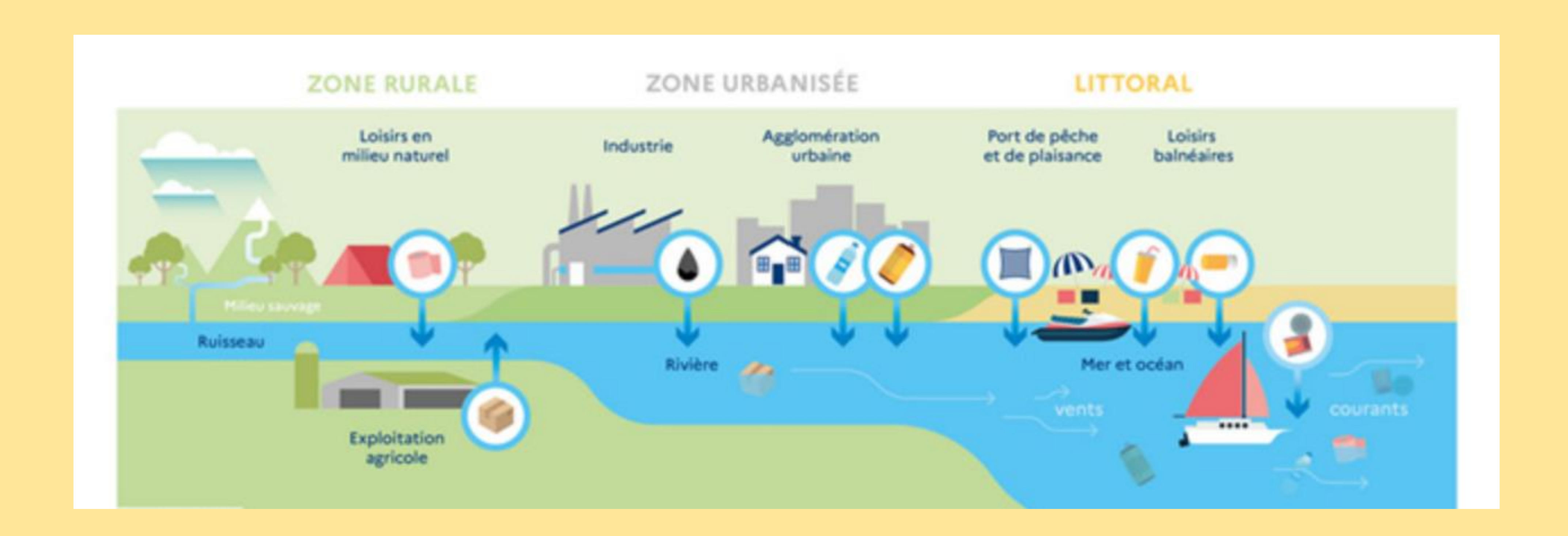
- Les changements climatiques : les causes, les conséquences, les exemples de changements climatiques dans



Importance de l'étude de l'impact de l'homme sur l'environnement : l'impact environnemental de l'homme est un enjeu majeur de notre époque, avec des conséquences sur la santé humaine, l'économie, la biodiversité et le climat

Définition des pollutions

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraine une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement.



2.1 – Définition des polluants

RAPPEL!!!!!!

POLLUANT

Toute substance d'origine strictement anthropogénique, introduit dans un biotope donné dont elle était absente ou encore dont il modifie la teneur (dans l'eau, l'air ou les sols selon le biotope) lorsqu'elle y est spontanément présente (Ramade, 2000).
De manière générale, l'effet d'un polluant sur la biodiversité d'un écosystème est une fonction de sa teneur et de sa biodisponibilité.

Un polluant est une substance naturelle ou artificielle que l'homme a introduite dans un milieu où elle était absente (ou présente en quantité différente).



De manière générale, l'effet d'un polluant sur la biodiversité d'un écosystème est une fonction de sa teneur et de sa biodisponibilité.

TENNEUR - BIODISPONIBILITE

Ces deux facteurs déterminent la toxicité réelle et l’impact écologique du polluant.

Quelques exemples :

- **Teneur élevée et disponibilité forte : effet maximal**

Pesticides comme les néonicotinoïdes. Lorsqu’ils sont présents en forte concentration dans les sols ou les eaux, et qu’ils sont **facilement absorbés par les plantes ou les insectes**, leur disponibilité est élevée. Cela conduit à des effets dévastateurs sur les pollinisateurs comme les abeilles.

- **Teneur élevée mais disponibilité faible : effet limité**

Le mercure dans les sédiments d’un lac peut être présent en grande quantité (teneur élevée), mais si ce mercure est sous une forme chimique peu soluble ou peu biodisponible, il ne sera pas facilement assimilé par les organismes aquatiques. Son effet reste donc limité malgré sa concentration.

- **Teneur faible mais disponibilité forte : effet significatif**

Même en petite quantité, un **polluant très disponible** peut avoir des effets marqués. Par exemple, les pesticides systémiques sont absorbés par les plantes et circulent dans toute leur structure. Une faible dose peut suffire à empoisonner les insectes se nourrissant de ces plantes.

- **Teneur faible et disponibilité faible : effet négligeable**

Un métal lourd comme le plomb peut être présent à faible concentration dans un sol argileux où il est peu mobile et donc peu disponible. Dans ce cas, son impact sur la biodiversité reste très faible.

NÉONICOTINOÏDES

Les néonicotinoïdes sont à la fois efficaces et très controversés en raison de leurs effets sur la biodiversité.

Principales spécificités :

1.Mode d'action neurotoxique : Ils agissent sur le système nerveux central des insectes en se fixant sur les récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine. Cela provoque une hyperstimulation des nerfs, entraînant paralysie et mort.

2. Pesticides systémiques : Une fois appliqués (sur les graines, les feuilles ou dans le sol), ils sont absorbés par la plante et se diffusent dans toute sa structure (feuilles, tiges, fleurs, pollen, nectar). Cela signifie que tout insecte se nourrissant de la plante peut être exposé au pesticide.

3.Persistance dans l'environnement : sont souvent très persistants dans les sols et les eaux. Ils peuvent rester actifs pendant des semaines, voire des mois, ce qui augmente les risques de contamination des écosystèmes environnants.

4. Impact sur les pollinisateurs : Les abeilles et autres pollinisateurs sont exposés aux néonicotinoïdes en collectant le pollen ou le nectar contaminé. Même à faible dose, ces pesticides peuvent entraîner :

1. Des troubles de l'orientation et de la mémoire, perturbant la capacité des abeilles à retrouver leur ruche.
2. Une baisse de la reproduction et de la longévité.
3. Une vulnérabilité accrue aux maladies et aux parasites.

MERCURE

Le mercure a plusieurs particularités qui en font un polluant particulièrement préoccupant :

1.Toxicité élevée : Le mercure est un métal lourd extrêmement toxique, même à faibles concentrations. Il peut affecter le système nerveux, les reins et d'autres organes chez les animaux et les humains.

2.Différentes formes chimiques : Le mercure existe sous trois formes principales, chacune ayant une toxicité et une mobilité différentes :

1. **Mercure élémentaire (Hg0)** : Sous forme gazeuse, il peut se disperser facilement dans l'atmosphère.
2. **Mercure inorganique (Hg2+)** : Présent dans les sols et les eaux, mais peu biodisponible.
3. **Mercure organique (comme le méthylmercure)** : Forme la plus toxique et la plus biodisponible, elle s'accumule facilement dans la chaîne alimentaire.

3.Bioaccumulation et biomagnification : Le méthylmercure, en particulier, s'accumule dans les organismes vivants et se concentre au fur et à mesure qu'on monte dans la chaîne alimentaire. Cela signifie que les prédateurs de haut niveau (comme les poissons carnivores ou les oiseaux) peuvent contenir des niveaux de mercure bien plus élevés que l'eau ou les organismes de base.

4.Persistance environnementale : Le mercure ne se dégrade pas et peut rester dans l'environnement pendant des décennies, circulant entre l'air, l'eau et les sols.

PLOMB

Le plomb est un polluant particulièrement préoccupant en raison de ses caractéristiques spécifiques et de ses effets durables sur l'environnement et la santé.

1. Métal lourd toxique : Le plomb est un élément chimique extrêmement toxique, même à faibles doses, pour de nombreux organismes vivants.

2.Persistance environnementale : Il ne se dégrade pas et peut rester dans les sols, les sédiments ou l'eau pendant des décennies.

3.Mobilité limitée : Le plomb a tendance à se fixer aux particules du sol, surtout dans les milieux argileux ou riches en matière organique, réduisant parfois sa biodisponibilité. Mais en milieu acide, sa solubilité et sa mobilité augmentent.

4. Effets sur la biodiversité :

1.Plantes : Le plomb perturbe la croissance, la germination et la photosynthèse. Il peut provoquer un stress oxydatif et réduire la productivité des écosystèmes végétaux.

2.Animaux : il perturbe la reproduction, le développement et la survie.

BIODISPONIBILITE D’UN POLLUANT

La biodisponibilité se définit comme le degré avec lequel un contaminant est assimilé par un organisme.

Cette notion est régie par trois processus :

- La diffusion depuis la solution vers la surface de la membrane,
- la fixation sur les sites de transport
- Et l’assimilation dans l’organisme via le passage de la membrane lipidique.

BIODISPONIBILITE D’UN POLLUANT

Voici d'autres exemples de polluants avec des niveaux de biodisponibilité variés :

1. **Arsenic (As)**
    1. **Forme organique** : Faible biodisponibilité — moins toxique et peu assimilée par les organismes.
    2. **Forme inorganique** : Forte biodisponibilité — très toxique, soluble dans l'eau et facilement absorbé par les plantes et les animaux.
2. **Nitrates (NO3-)**
    1. **Dans les eaux souterraines** : Très forte biodisponibilité — se dissolvent facilement et sont directement assimilés par les plantes, mais aussi par les organismes aquatiques, provoquant l’eutrophisation.
    2. **Dans les sols secs** : Biodisponibilité réduite — les nitrates peuvent se fixer aux particules du sol et être moins accessibles.
3. **Cuivre (Cu)**
    1. **En milieu acide** : Forte biodisponibilité — le cuivre devient plus soluble et peut être absorbé facilement par les plantes et les organismes aquatiques.
    2. **Dans les sols riches en matière organique** : Faible biodisponibilité — le cuivre se fixe aux particules organiques et devient moins accessible.
4. **Pesticides organophosphorés (comme le glyphosate)**
    1. **Dans l'eau** : Forte biodisponibilité — facilement absorbé par les plantes et les organismes aquatiques.
    2. **Dans les sols argileux** : Faible biodisponibilité — le glyphosate se fixe aux particules d'argile, limitant son absorption par les racines des plantes.
5. **Zinc (Zn)**
    1. **En solution aqueuse** : Forte biodisponibilité — facilement absorbé par les organismes aquatiques et les plantes.
    2. **Dans les sols calcaires** : Faible biodisponibilité — le zinc se fixe aux carbonates et devient moins accessible.

Terme pollution qualifie une multitude d'actions qui dégradent le milieu naturel

- Composés toxiques dispersés dans l'écosphère.
- Substances exerçants une influence perturbatrice sur les processus écologiques fondamentaux (lorsque les concentrations sont excessives)

Exp : gaz carbonique (indispensable aux organismes autotrophes)



Effet de serre suffisant pour produire un bouleversement climatique à l'échelle planétaire

Pollution aïgue ou chronique

Pollutions accidentelles , aïgue, ponctuelle

(Erika, cyanure dans le Danube…)

Pollutions chroniques : rejet permanent de faibles doses de pollutions

- ports, hydrocarbures (mortalités larves)
- émissaires urbains (métaux lourds, détergents ..)
- chlore dans les ordures ménagères → pluies acides, destruction de la couche d'ozone

Type de pollution

- Pollution due à la réduction de l'espace vital (construction de bâtiment, usines, infrastructure, routes, espace de loisir..)
- Pollution d'origine physique (thermique, introduction douce/eau salée, sonore, rayonnement)
- Pollution provoquée par des substances (minérales, organique et organisme) dans l'air, l'eau, le sol

Impact de la réduction de l'espace vital :

- Stérilisation des sols

- Déclin des espèces sauvages

- Entrave aux déplacements espèces

- Artificialisation du sol: perturbation écoulement eau pluie, infiltration dans sol

2-2 - Classification des pollutions.

-Physique : rayonnement, réchauffement,…
- Chimique : substance minérale, organique abiotique,…
- Biologique : microorganismes pathogènes, espèce invasive, OGM

1 - On peut grouper les agents polluants selon leur **NATURE**:

La pollution physique:

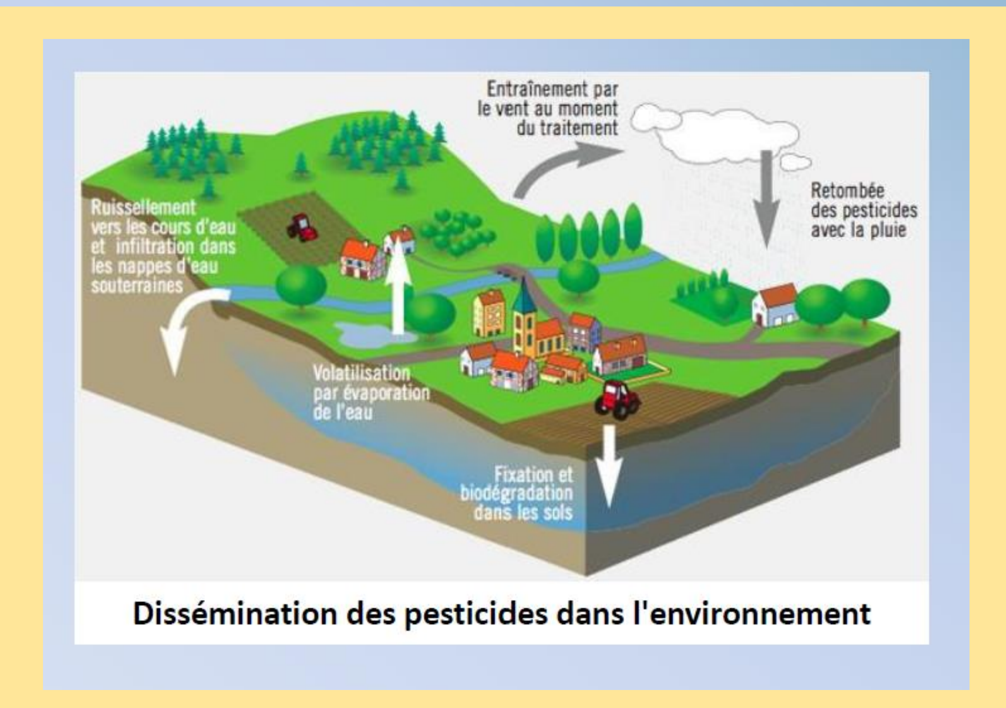
- **La chaleur** : Dans certains procédés industriels, de la chaleur est produite. La manière la moins coûteuse de se "débarasser" de cette chaleur est de pomper de l'eau dans l'étendue d'eau voisine, de la faire passer à travers l'usine, et de rejeter cette eau réchauffée dans l'étendue d'eau. On parle alors de **pollution thermique** car cette chaleur peut avoir des effets néfastes sur les espèces aquatiques.
- **Les radio-isotopes :** Le récent accident de la centrale nucléaire de Fukushima au Japon en est un exemple, même si on ne peut, à l'heure actuelle, en mesurer l'ensemble des conséquences écologiques.
- **Le bruit** : Le bruit peut être une nuisance importante, en particulier pour la faune.
- **La pollution lumineuse** : Il peut s'agir notamment de l'impact de l'éclairage public sur les animaux nocturnes (oiseaux migrateurs, invertébrés du sol, etc.).

La pollution chimique:

- **Les hydrocarbures liquides** : ressource énergétique essentielle pour l'économie depuis la révolution industrielle, aussi source de gaz à effet de serre issus de leur utilisation massive.
- **Les surfactifs ou surfactants:** entrent dans la composition de plusieurs produits et utilisés dans de nombreuses industries (textiles, cuir, métallurgie, etc.)
- **Les plastifiants :** Le Bisphénol A et les phtalates sont parmi les plastifiants les plus utilisés. On les retrouve dans de nombreux objets du quotidien.
- **Les pesticides :** sont des produits (composés chimiques) répandus dans l'environnement pour lutter contre les organismes vivants jugés nuisibles. Le premier usage intensif d'un pesticide, le DDT

Les principaux pesticides utilisés actuellement appartiennent à quelques grandes familles chimiques :

- **les organochlorés (hydrocarbures chlorés)**, comme le DDT synthétisé dès les années 1940, sont des pesticides très stables chimiquement. Le DDT a été utilisé partout dans le monde dans la lutte contre les insectes, jusqu'à ce que l'on découvre qu'il était peu dégradable et pouvait se concentrer dans les organismes en bout de chaîne alimentaire, par bio-accumulation, avec des risques certains pour la santé humaine.
- **les organophosphorés** sont des composés de synthèse qui se dégradent assez rapidement dans l'environnement mais qui ont des effets neurotoxiques sur les vertébrés.
- **les pyréthroïdes** sont des insecticides de synthèse très toxiques pour les organismes aquatiques.
- **les carbamates**, très toxiques, sont utilisés comme insecticides et fongicides.
- **les phytosanitaires**, qui regroupent un très grand nombre de produits de la famille des triazines ou des fongicides



Dissémination des pesticides dans l'environnement

La pollution biologique:

Cette catégorie inclut les toxines algales, les germes pathogènes et les parasites.

- **Eaux contaminées** par des bactéries pathogènes (ex. : Escherichia coli, Vibrio cholerae) en raison des rejets d'eaux usées non traitées.
- **Air pollué** par des spores de moisissures ou des virus transmissibles (ex. : grippe, Covid-19).
- **Sol infesté** par des micro-organismes pathogènes ou des espèces envahissantes qui déséquilibrent les écosystèmes.
- **Propagation de maladies** via les insectes (ex. : moustiques porteurs du paludisme)

La contamination de l'**Oued Sebou** par des rejets d'eaux usées et des déchets industriels.

Cette pollution biologique entraîne la prolifération de bactéries et de micro-organismes pathogènes.

2-2 - Classification des pollutions.

2 - Classement ÉCOLOGIQUE:

on prenant en considération

- Le milieu (sol, air, eau)

- Le compartiment de la biosphère afférent (atmosphère, hydrosphère, pédosphère,…) dans lequel ils sont émis et sur les biocoenoses desquels ils exercent leurs perturbations.

2-2 - Classification des pollutions.

3 - Classement ÉCOTOXICOLOGIQUE:

considère le milieu ou la manière de contamination des organismes.

- Chez les végétaux : absorption stomacale, trans-foliaire, radiculaire

- Chez les animaux : contamination par inhalation, par absorption transbranchiale, par ingestion, ou encore pénétration transcutanée à la suite du contact de la peau ou du tégument avec le polluant.

Mécanisme de dispersion et circulation des substances polluantes dans la biosphère

1. Propriétés physiques

Nous trouvons les pollutions dans les 3 états de la matière :

- Pollution de l’eau (liquide) ;
- Pollution de l’air (gaz) ;
- Pollution des sols (solide).

2. Durée de vie des substances

Les différentes substances ont des durées de vie dans la biosphère qui sont extrêment variables.

- ***Les polluants primaires*** sont des substances directement émises dans l'atmosphère par des sources naturelles ou humaines (activités anthropiques):

Exemples de polluants primaires :
•**Dioxyde de soufre (SO_2)** : Issu de la combustion de combustibles fossiles (charbon, pétrole). jours à mois
•**Oxydes d'azote (NOx)** : Produits par les moteurs de véhicules et les industries.
•**Monoxyde de carbone (CO)** : Émis par les véhicules à moteur et les appareils de chauffage mal entretenus. mois
•**Particules fines (PM10, PM2.5)** : Provoquées par les activités industrielles, les feux de forêt ou la poussière.
•**Composés organiques volatils (COV)** : Issus des solvants, peintures ou carburants. heures à jours
•**Aerosols** : 1-10 μm : minute à jours, Aerosols : 1μm jours à semaines.

- ***Les polluants secondaires :*** ne sont pas émis, mais qui résultent de la transformation physico-chimique des polluants primaires au cours de leur séjour dans l’atmosphère.

Exemples de polluants secondaires :

1.Ozone troposphérique (O_3)

1. Formé par la réaction des oxydes d’azote (NOx) et des composés organiques volatils (COV) sous l’effet des rayons UV.
2. Contribue au smog photochimique et est irritant pour les voies respiratoires (mélange de fumée et de brouillard).

2.Pluies acides (H_2SO_4, HNO_3)

1. Résultent de la transformation du dioxyde de soufre (SO_2) et des oxydes d’azote (NOx) en acide sulfurique (H_2SO_4) et en acide nitrique (HNO_3) au contact de la vapeur d’eau.
2. Dégradent les sols, les forêts et les bâtiments, et acidifient les milieux aquatiques.

3.Nitrate d’ammonium (NH_4NO_3)

1. Formé par la réaction entre l’ammoniac (NH_3) et les oxydes d’azote (NOx).
2. Contribue aux particules fines (PM2.5) et impacte la qualité de l’air.

4.Sulfates (SO_4^{2-})

1. Provenant de la transformation du dioxyde de soufre (SO_2) en présence d’oxygène et d’humidité.
2. Participent à la formation des particules fines et réduisent la visibilité (brume sèche).

5.Peroxyacétylnitrate (PAN)

1. Formé par la réaction entre les COV et les oxydes d’azote sous l’effet du soleil.
2. Très irritant pour les yeux, le nez et les poumons, et dangereux pour les plantes.

3. Processus biogéochimiques

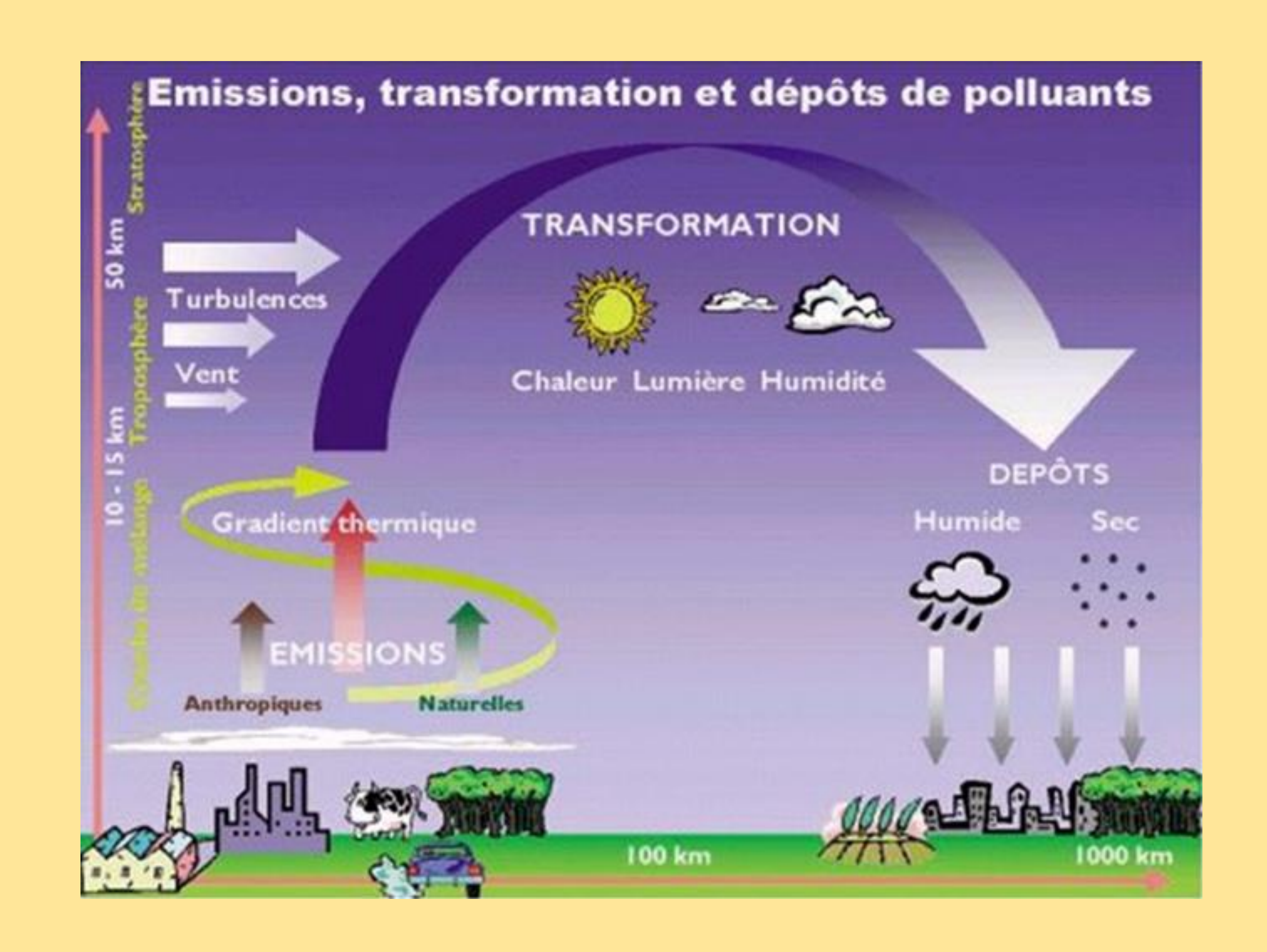
Le rejet des polluants dans l'environnement est un phénomène complexe, Dans la quasi-totalité des cas, les substances libérées dans l'écosphère vont être entraînées fort loin du point de rejet. La circulation atmosphérique et hydrologique les dispersera de façon progressive dans l'ensemble de l'écosphère.

1. Circulation Atmosphérique des polluants

Les mécanismes de la pollution atmosphérique

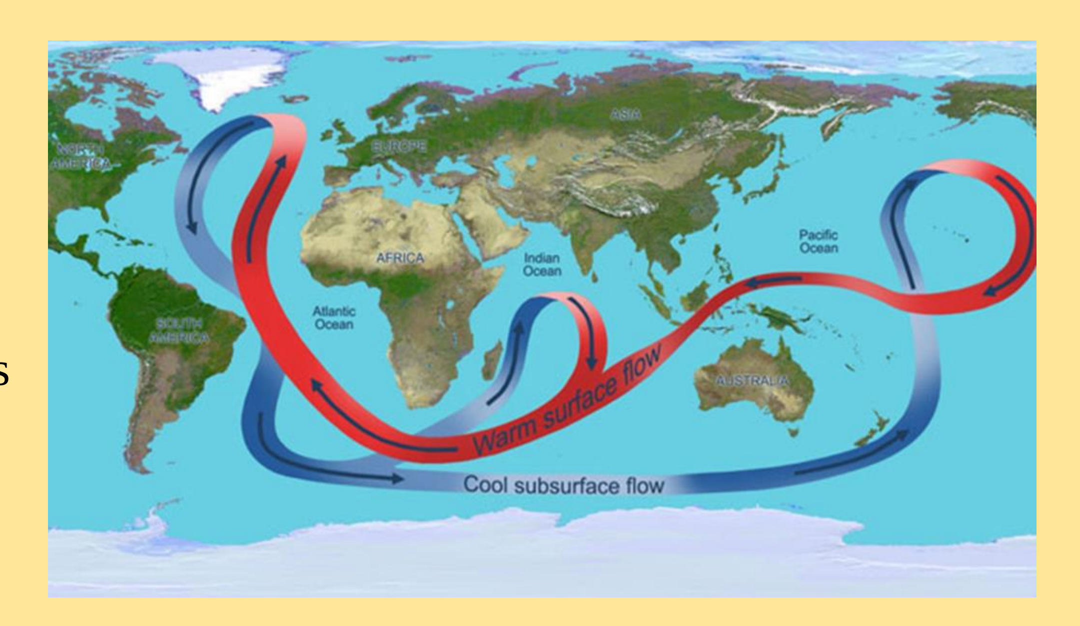
Les processus qui régissent la pollution atmosphérique s'échelonnent en plusieurs étapes.

- ***Émissions***
- ***Transport et dispersion* (la dispersion verticale et la dispersion horizontale)**
- ***Transformations chimiques* par réactions complexes**



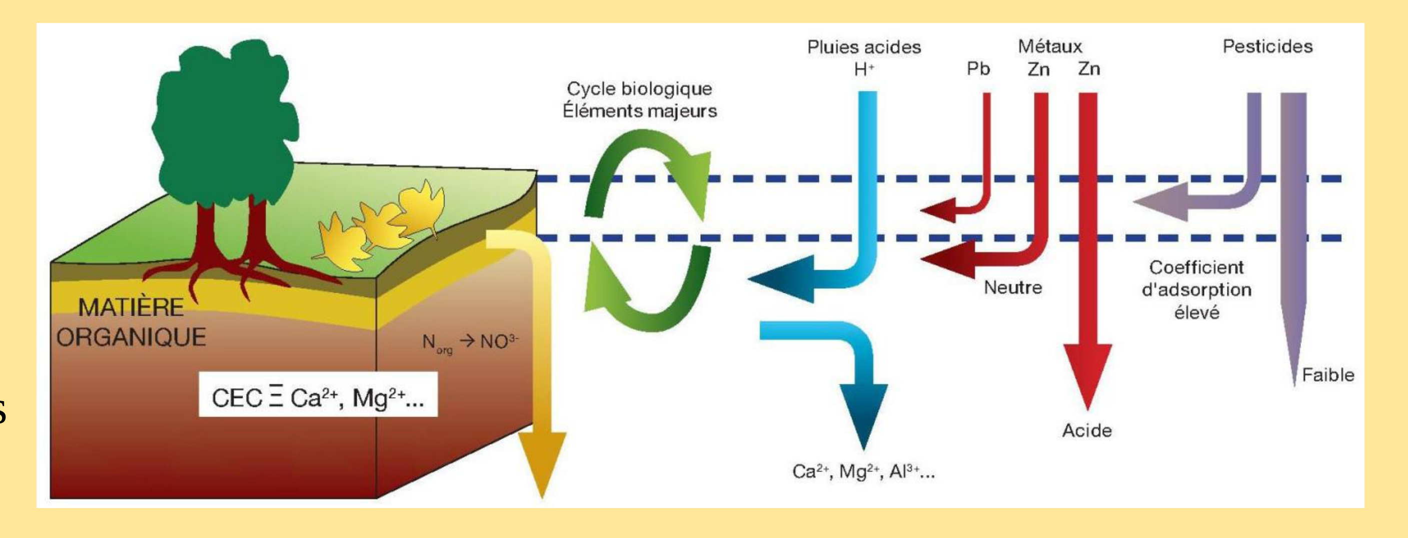
2. Les mouvements de l'hydrosphère

Il existe deux types de courants : les courants de surface et les courants profonds. Les courants de surface des mers et océans, générés par les vents, se déplacent très rapidement. Les courants profonds, beaucoup plus lents, ne se déplacent que de quelques millimètres par an.



3. Transferts des substances dans le sol

Des polluants, et notamment des substances organiques, sont soumis à des réactions biochimiques dans l'environnement. Ces réactions peuvent se faire par:
- des réactions photochimiques, (à la surface du sol),
- des phénomènes chimiques (notamment l'hydrolyse et l'oxydation des composés,
- par des interactions avec des bactéries, des fungi ou des algues, on parle alors de biodégradation.



RÉPARTITION DES POLLUANTS

Elimination, Décomposition, Persistance.

Polluants Organiques Persistants (POP)

◆ **Origine** : Substances toxiques issues d'activités humaines.

◆ **Caractéristiques** :

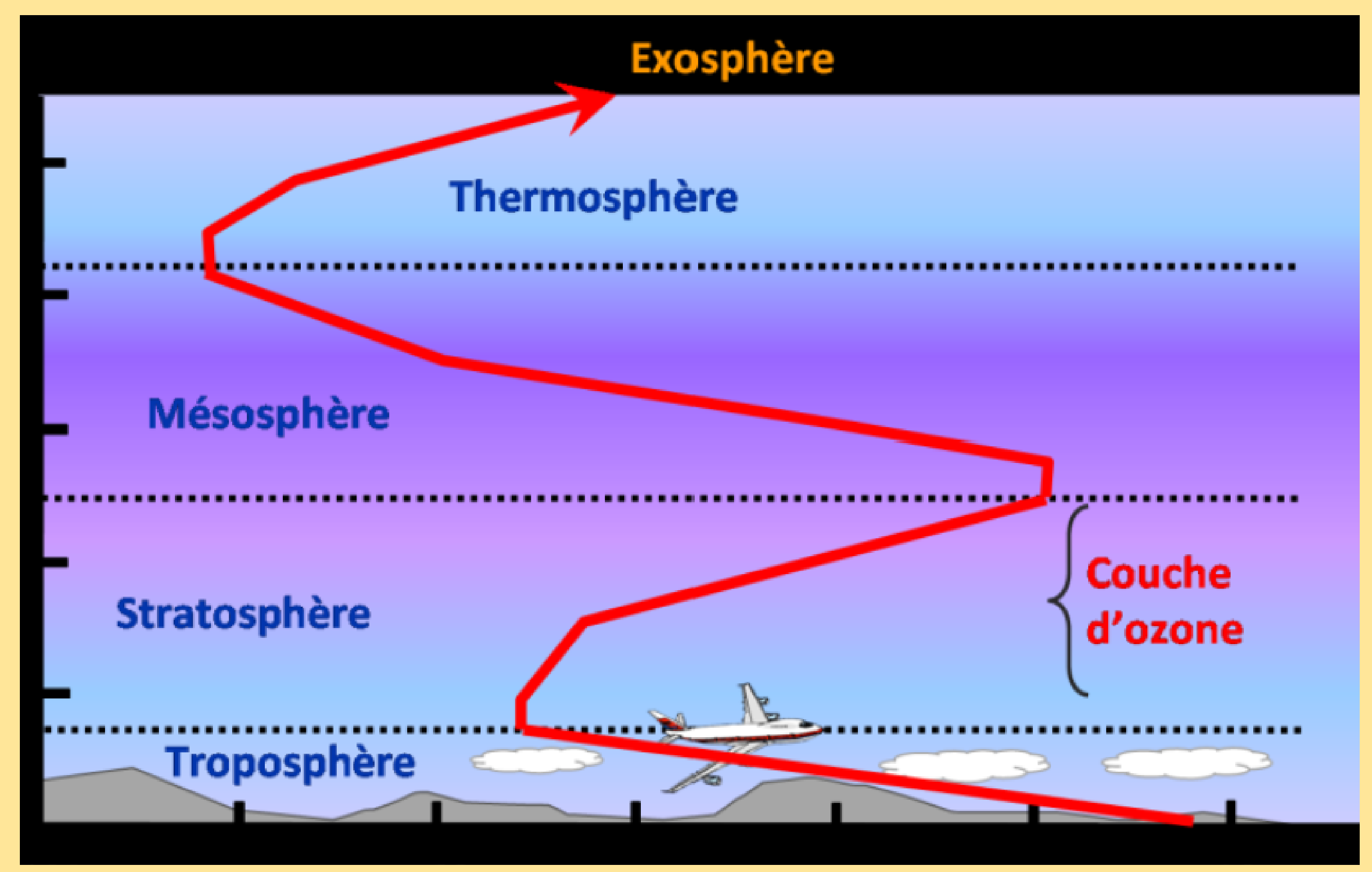
- **Persistance** : Restent dans l’environnement pendant des années ou décennies.
- **Biocumulatifs** : S’accumulent dans les tissus des organismes vivants.
- **Mobilité globale** : Se déplacent via l’air et l’eau, se concentrant souvent dans les régions froides.

◆ **Impact** : Menaces pour les écosystèmes, les espèces sauvages et la santé humaine.

Pollution Atmosphérique

1.Origine des principaux polluants atmosphériques

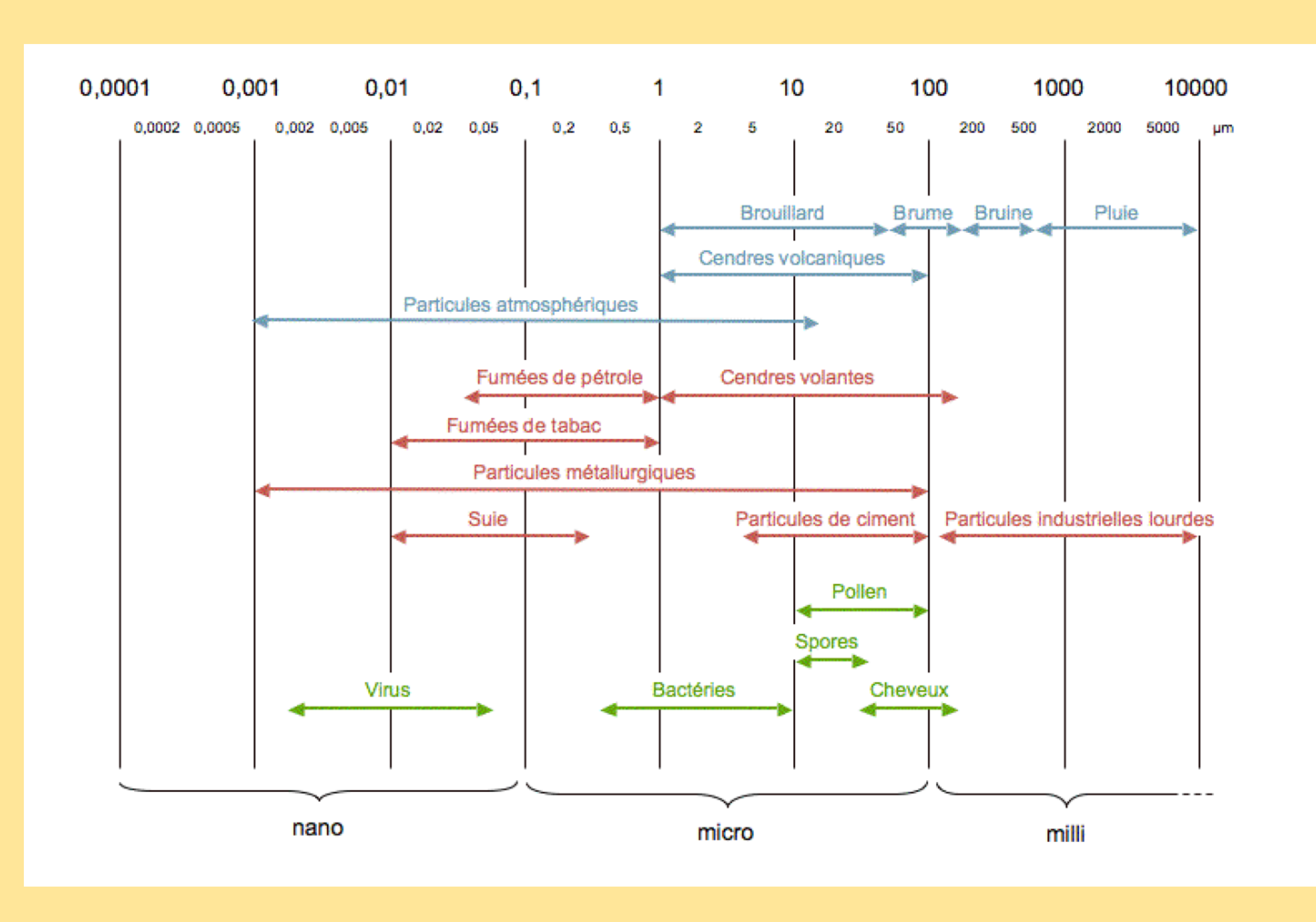
L'atmosphère est divisée en 4 couches :



C'est dans la **troposphère** qu'il y a le plus d'effet. Elle contient 80 à 90 % de la masse totale de l'air et la quasi-totalité de la vapeur d'eau. C'est également la couche où se produisent les phénomènes météorologiques et les circulations atmosphériques.

L'épaisseur de cette couche varie entre 13 et 16 km à l'équateur, mais entre 7 et 8 km aux pôles

La composition chimique des particules présentes dans l'air



SOUS FORME DE PARTICULES :

- des composés carbonés : le noir de carbone et plusieurs centaines de composés organiques différents (notamment les *composés organiques volatils* ou COV et les *hydrocarbures aromatiques polycycliques* ou HAP) ;

- des polluants basiques et acides (l'ammonium et les acides chlorhydrique, nitrique, sulfurique) ;

- des composés d'origine biologique (ex : pollens, divers micro-organismes, débris bactériens) ;

- de très nombreux métaux.

Pollution des sols

1.Définition (le sol et la pollution de sol)

Le sol, c'est la fine couche qui relie la terre, l'air et l'eau.

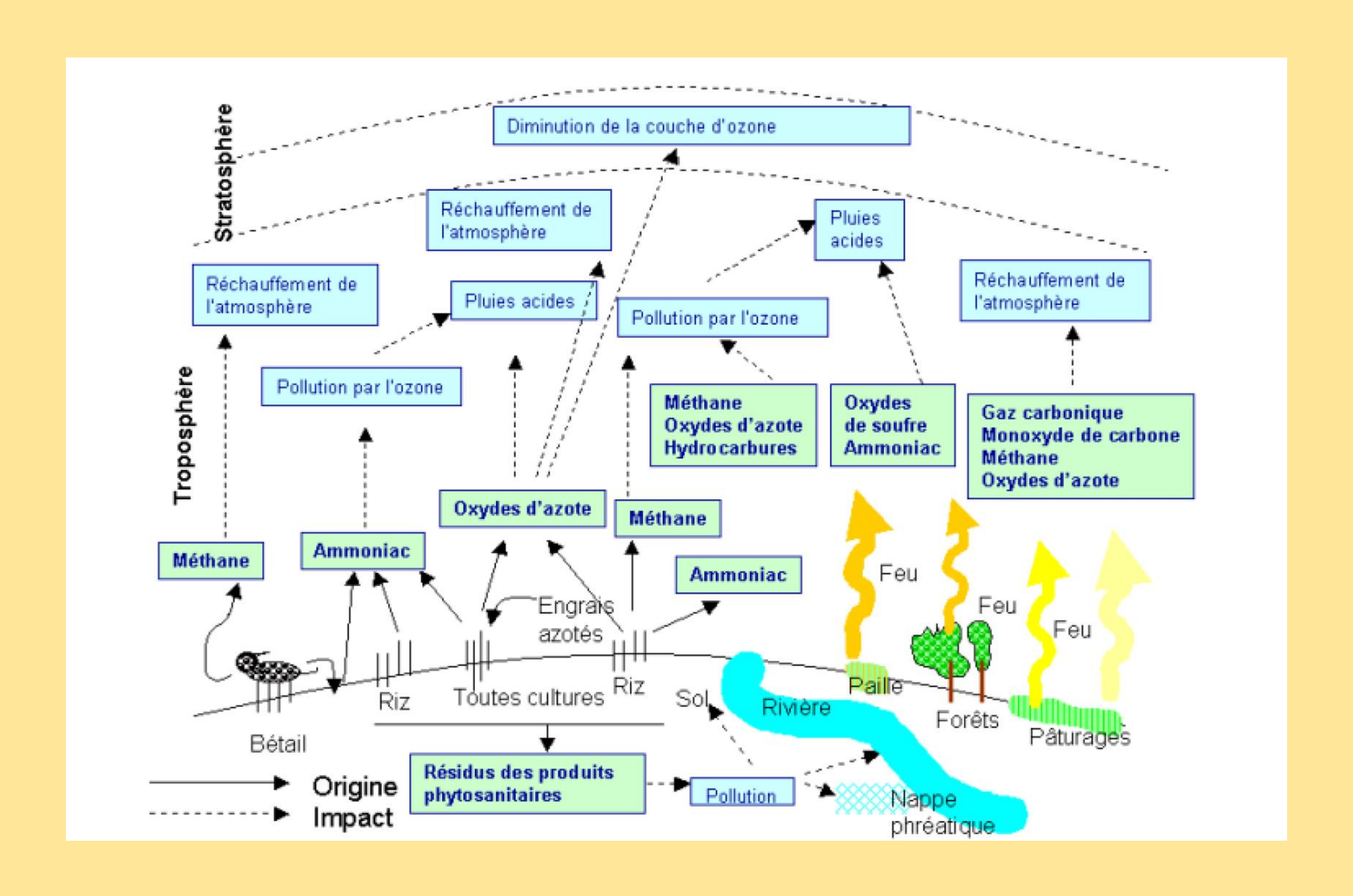
Il est essentiel à la vie car il :

- Fournit des nutriments aux plantes.
- Filtre l'eau et aide à la purifier.
- Régule les grands cycles naturels comme ceux de l'eau, du carbone et de l'azote.



Le sol se forme lentement, au fil des années, grâce à l'érosion des roches provoquée par le climat et à l'action des plantes et des micro-organismes, qui créent une matière fertile.

Modalités et conséquences de Pollution des sols par l'agriculture moderne



Pollution par les engrais

Les engrais sont cause de pollution quand ils sont appliqués en quantité supérieure à ce que les cultures peuvent absorber, ou lorsqu'ils sont emportés par l'eau ou par le vent avant de pouvoir être absorbés

Il existe trois grandes familles d'engrais chimiques :

- ***Les engrais azotés:*** l'azote est un élément très important pour la croissance des végétaux. IL est présent naturellement dans l'atmosphère, mais les engrais chimiques en apportent de bien plus grandes quantités.
- ***Les engrais potassiques :*** la potasse est naturellement présente dans les terres, certains sols étant plus riches que d'autres. Quelques végétaux sont particulièrement avides de potasse, tels que les pommes de terre, les betteraves, ou encore la vigne.
- ***Les engrais phosphatés :*** ils apportent à la terre du phosphore, de l'aluminium, de l'azote et du calcium.

Les risques environnementaux :

Les conséquences de l'utilisation des engrais, qui peuvent comporter des risques, sont les suivantes :
- effets sur la qualité des sols, leur fertilité;
- effets liés au cycle de l'azote ;
- effets sur l'érosion ;
- effets liés à la dégradation des engrais inutilisés;
- effets liés aux autres éléments: potassium, souffre, magnésium, calcium, oligo-éléments ;
- eutrophisation des eaux douces et marines ;
- effets sur la qualité des produits ;
- pollution émise par l'industrie de production des engrais ;

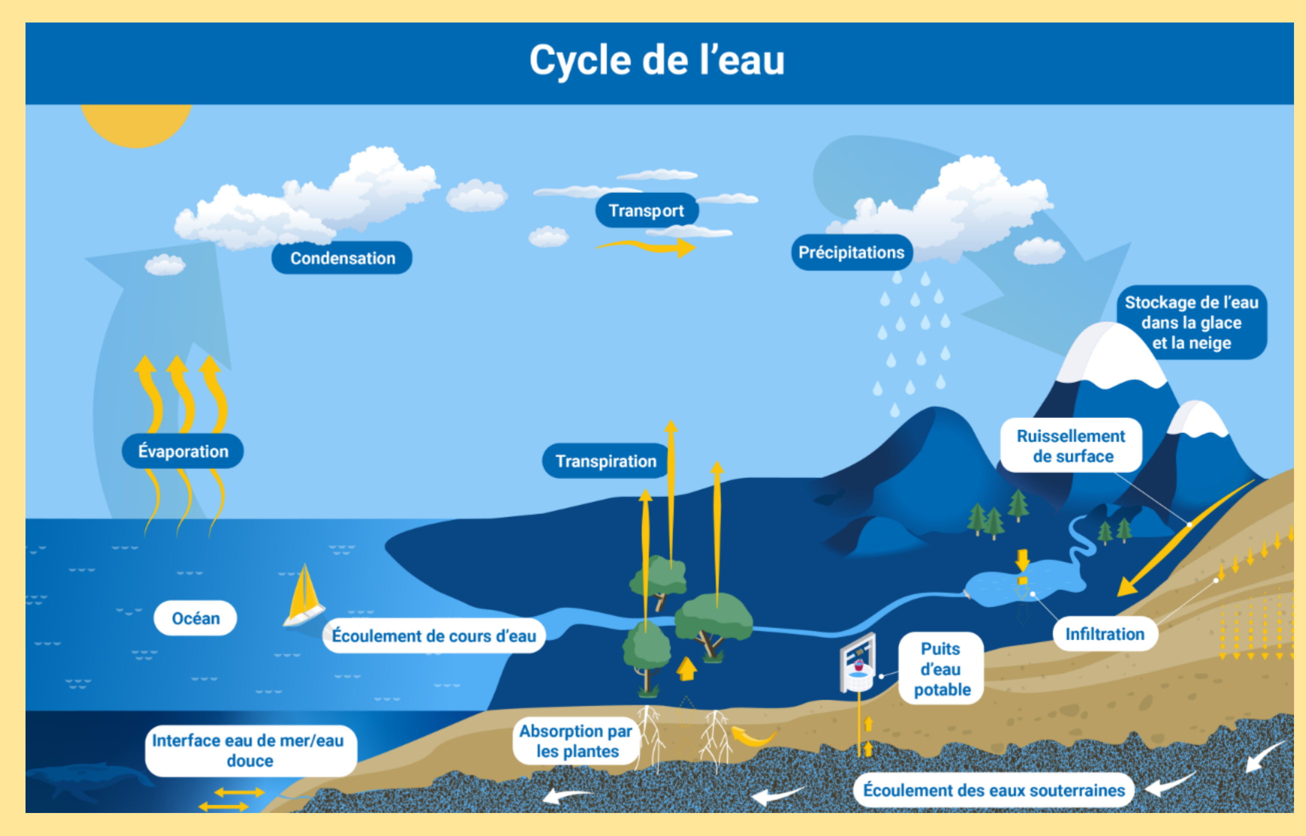
Pollution des eaux

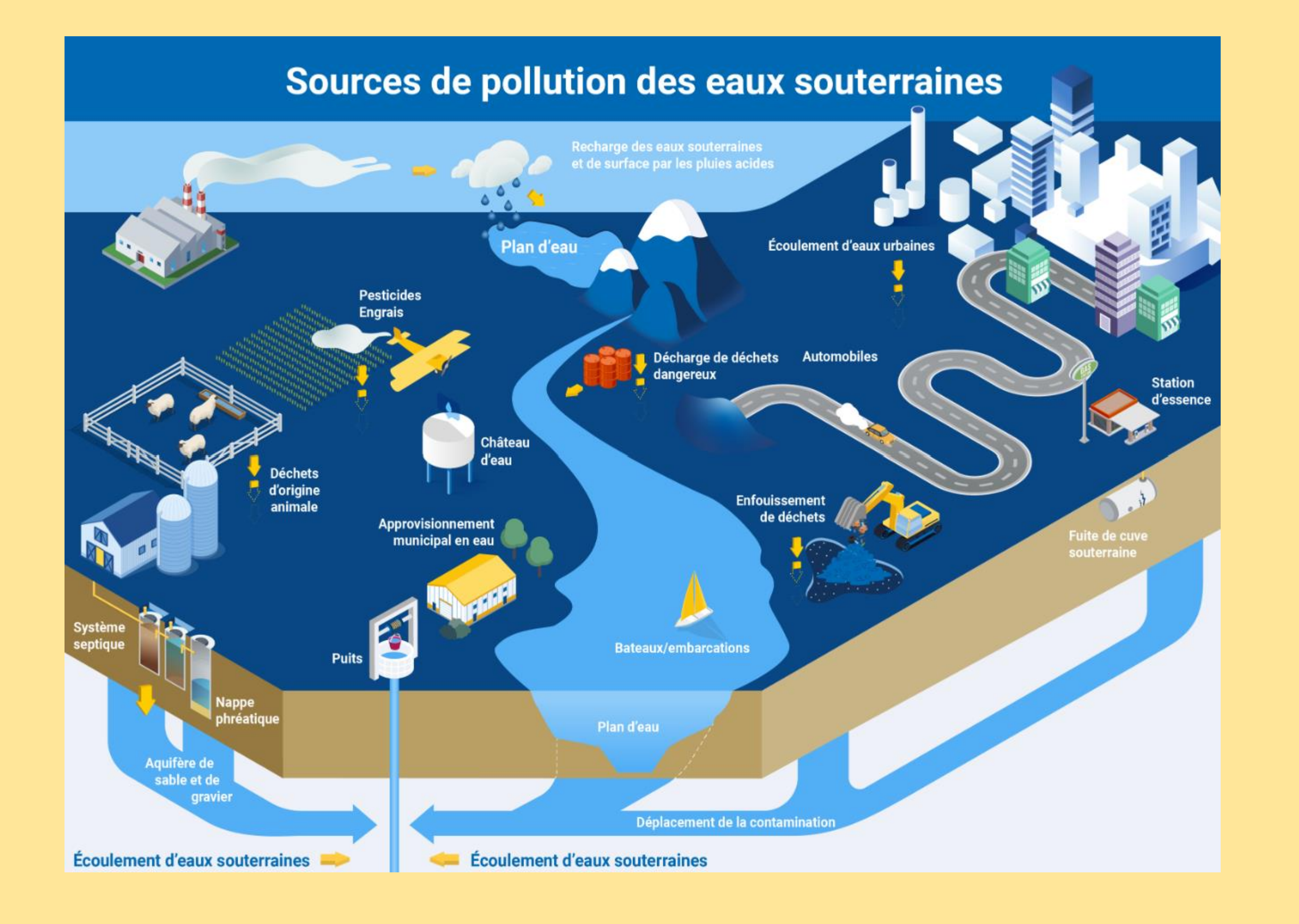
Entre les différentes sources d'eau et l'atmosphère, l'échange d'eau est permanent et forme ce que l'on appelle le cycle externe de l'eau. Le moteur de ce cycle en est le soleil : grâce à l'énergie thermique qu'il rayonne, il active et maintient constamment les masses d'eau en mouvement.

Ce cycle se divise en 2 parties intimement liées :

- Une partie atmosphérique qui concerne la circulation de l'eau dans l'atmosphère, sous forme de vapeur d'eau essentiellement ;

- Une partie terrestre qui concerne l'écoulement de l'eau sur les continents, qu'il soit superficiel ou souterrain.




Sources de pollution des eaux souterraines
Recharge des eaux souterraines
et de surface par les pluies acides
Plan d'eau
Écoulement d'eaux urbaines
Pesticides
Engrais
Décharge de déchets
dangereux
Automobiles
Station
d'essence
Château
d'eau
Déchets
d'origine
animale
Enfouissement
de déchets
Fuite de cuve
souterraine
Approvisionnement
municipal en eau
Système
septique
Puits
Bateaux/embarcations
Nappe
phréatique
Plan d'eau
Aquifère de
sable et de
gravier
Déplacement de la contamination
Écoulement d'eaux souterraines
Écoulement d'eaux souterraines

Les 3 principales sources de pollution sont :

- *Les rejets urbains:* résultant de la collecte et du traitement des eaux usées des ménages, des activités domestiques, artisanales et tertiaires ainsi que du ruissellement des eaux pluviales dans les zones urbaines,

- *les rejets agricoles:* résultant de la percolation des eaux de pluie dans les sols et de son ruissellement, de l'épandage de produits chimiques sur les sols, des activités maraîchères et des élevages,

- *Les rejets industriels*: les proportions de pollution des secteurs varient selon les types de pollutions et la part d'origine industrielle étant par exemple plus élevée pour certains polluants toxiques.